

**В.М.ПОШТАРЕНКО**, канд.техн. наук; **Р.В.АЛЄЄВ**;  
**С.В.АРТЕМЕНКО**; НТУ «ХПІ», Харків

## **ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ПРИВАБЛИВОСТІ ІНВЕСТИВАННЯ В КОНВЕРГЕНТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОПЕРАТОРА МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

Розглянута можливість оцінки інвестиційної привабливості впровадження конвергентних рішень в мережу оператора мобільного зв'язку за методикою, що базується на знаходженні інтегрального показника оцінки інноваційних ризиків Воронова-Максимова.

Possibility of assessment of investment attractiveness of interaction of convergent solutions into network of cellular operator according to procedure based on finding of integral indicator of assessment of Voron-Maximov innovative risks is considerable.

**Постановка проблеми.** У процесі розвитку комерційних систем оператора мобільного зв'язку (ОМЗ) в умовах ринкової економіки постійно виникає необхідність впровадження нових конкурентоспроможних технологій та проведення загальної оптимізації мережі. На сьогодні найбільш актуальним для ОМЗ є впровадження рішень, що базуються на таких поняттях, як конвергенція, консолідація та інтеграція, що покликані підняти мережу оператора на якісно вищий рівень [1, 12]. Однак, впровадження інноваційних рішень призводить до додаткових витрат для ОМЗ, при цьому потенційний економічний ефект не може бути повністю прогнозованим, так як в розрахунках повинні враховуватися не лише технічні, а й економічні аспекти, які пов'язані з ризиками при впровадженні та функціонуванні системи [2].

Існуючі на сьогоднішній день розробки вирішують цю задачу лише частково, так як впровадження здійснюється з акцентом лише на певних найвпливовіших показниках, не враховуючи при цьому діапазон незначних ризиків [1, 8]. Використання популярного «мінімаксного» методу [6], який враховує лише знання про вхідні, вихідні параметри та кореляцію між ними без знання природи виникнення ризиків, дозволяє враховувати ймовірність появи найбільшого ризику, але при цьому розраховується найменш прийнятний сюжет інвестиційного проекту, що веде до недоотримання можливих прибутків та визначення неефективними ряду інвестиційно привабливих проектів. Висока інформаційна невизначеність при впровадженні конвергентних рішень тягне настільки ж значний ризик прийняття інвестиційних рішень. Завжди залишається можливість того, що проект, визнаний прибутковим, виявиться на практиці збитковим, оскільки досягнуті в ході інвестиційного процесу значення параметрів відхилилися від планових, або ж які-небудь фактори взагалі не будуть враховані. Внаслідок цього завжди присутній малоочікуваний сце-

нарий розвитку подій, який, будучи неврахований у проєкті, проте, може відбутися й зірвати інвестиційний процес [3]. Впровадження конвергентної платформи, наприклад FMC (fixed mobile convergence), характеризується для ОМЗ наявністю альтернатив у створенні та наданні послуг, швидкою появою нових альтернативних послуг для абонентів (звичайна телефонія та VoIP, супутникове, кабельне та IP-телебачення, MBMS), коротким життєвим циклом послуги, швидкою зміною вподобань абонентів (SMS, MMS, мобільний Інтернет), розробка нових технологій надання послуг на базі конвергентних рішень та ряд інших факторів виводить розрахунок потенційного ризику при впровадженні конвергентної платформи на найвищий рівень уваги. При цьому, будь-який прорахунок в умовах жорсткої конкуренції може призвести до непрогнозованих фінансових втрат ОМЗ. Це підтверджує актуальність розробки методики розрахунку ризиків при впровадженні конвергентної платформи.

Для оцінки ризику інвестиційних проєктів у класичному аналізі використовуються якісні й кількісні методи оцінки ризику [6, 3]. Найбільш ефективним є поєднання кількісного й якісного методу, при якому вони доречно доповнюють один одного. Одним з ефективних якісних методів є експертний метод «бального оцінювання» [6]. Досить поширеним методом кількісної оцінки ризиків в умовах недостатності на невизначеності в різних галузях [3] є розрахунок інтегрального показника оцінки інвестиційних ризиків Воронова-Максимова.

Практика вирішення задач в умовах невизначеності вхідних параметрів показала ефективність застосування моделі нечіткої логіки, використання якої дозволяє максимально точно визначити кількісні оціночні характеристики [5, 6, 7]. Тому, застосування комплексу методів заснованих на нечіткому-множинному методі розрахунку та теорії ризик-менеджменту в мережі мобільного зв'язку є своєчасною та актуальною розробкою при впровадженні конвергентних рішень.

**Аналіз літератури.** На сьогоднішній день існує ряд публікацій [1, 8, 9, 10], в яких описуються методи визначення інвестиційної привабливості інноваційних проєктів в інфокомунікаційних технологіях, зокрема при впровадженні конвергентних рішень, таких як FMC. Проте, відображенню особливостей впровадження FMC приділяється недостатня увага [1, 13]. Для комерційної оцінки ризиків на практиці операторами застосовуються окремі розробки компаній, що надають відповідні послуги [4, 11, 12, 15], при цьому вони також несуть в собі власні приховані ризики. В роботі [6, 7] була розглянута проблема оцінки оптимальності впровадження окремих інвестиційних інноваційних проєктів на основі ризик-менеджменту та математичних моделей на базі нечітких трикутних чисел. В книзі [9] запропоновані методи впровадження та оптимізації конвергентних рішень в існуючі мережі зв'язку.

Однак ці методи на практиці мають локальний характер застосування, що не дозволяє отримати цілісну картини інвестиційної привабливості та можливість змінювати рівень впливу ризиків на конвергентну систему.

**Метою статті** є оцінка інвестиційної привабливості впровадження конвергентних технологій в мережу ОМЗ за методикою ризик-менеджменту, що дозволяє мінімізувати ризики впровадження інноваційних рішень та максимізувати бізнес-потоки й прибутковість можливих інфокомунікаційних конвергентних послуг.

### **Організація конвергентної платформи оператора з застосуванням моделей теорії ризик-менеджменту.**

Проведено аналіз оптимального планування впровадження конвергентних вузлів, використовуючи типову [7] методику оцінювання ефективності довготривалих інвестиційних проєктів на базі наступних основних показників:  $NPV$  (чиста поточна вартість),  $DPBP$  (дисконтований період окупності інвестицій),  $K_{прб}$  (коефіцієнт прибутковості) та ін.

На практиці для будь-якого вузла мережі, в якому буде побудована конвергентна платформа, точно розрахувати жоден з перерахованих параметрів неможливо. Для отримання певних кількісних значень використовують нечітко-множинне (НМ) оцінювання [5].

Тоді співвідношення для  $NPV$  має такий вигляд [8]:

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_i}{(1+r_i)^i} + \frac{C}{(1+r_{N+1})^{N+1}}, \quad (1)$$

де  $I$  – стартовий обсяг інвестицій;  $N$  – число планових інтервалів інвестиційного процесу;  $\Delta V_i$  – оборотне сальдо надходжень і платежів в  $i$ -ому періоді;  $r_i$  – ставка дисконтування, для  $i$ -го періоду з урахуванням оцінок очікуваної вартості проєктного капіталу;  $C$  – ліквідаційна вартість чистих активів, яка склалася в ході інвестиційного процесу.

Апроксимація результатів дала можливість, представити їх у вигляді трикутних нечітких чисел та провівши над ними сегментування одержати співвідношення наступного виду:

$$\begin{aligned} [NPV_1, NPV_2] &= (-) I \quad (+) \left( \sum_{i=1}^N \right) \left[ \frac{\Delta V_{i1}}{(1+r_{i2})^i} \quad \frac{\Delta V_{i2}}{(1+r_{i1})^i} \right] \\ (+) \left[ \frac{C_1}{(1+r_{N+1,2})^{N+1}}, \quad \frac{C_2}{(1+r_{N+1,1})^{N+1}} \right] &= \\ &= \left[ -I + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_{i1}}{(1+r_{i2})^i} + \frac{C_1}{(1+r_{N+1,2})^{N+1}}, -I + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_{i2}}{(1+r_{i1})^i} + \frac{C_2}{(1+r_{N+1,1})^{N+1}} \right]. \end{aligned} \quad (2)$$

Задавшись прийнятним рівнем дискретизації по  $\alpha$  на інтервалі приналежності  $[0, 1]$  та задавши прийнятний рівень для  $NPV$ , як  $G$ , отримано результуюче нечітке число  $NPV$  шляхом апроксимації його функції приналежності  $\mu_{NPV}$  ламаної кривої по інтервальним точкам.

Приводячи  $NPV$  до трикутного виду, обмежуючись розрахунками по визначальним точкам нечітких чисел вихідних даних, отримано всі ключові параметри в оцінці ступеня ризику на основі аналітичних співвідношень.

Ступінь ризику неефективності проекту  $\varphi(\alpha)$  при заданому рівні  $\alpha$  є геометрична ймовірність події влучення точки  $(NPV, G)$  у зону неефективних інвестицій, що представляє собою поріг ефективності інвестицій, заданий інвестором.

Коли обмеження визначене чітко рівнем  $G$ , набір правил для обчислення  $\varphi(\alpha)$  має вигляд:

$$\varphi(\alpha) = \begin{cases} 0 & \text{при } G < NPV_1, \\ \frac{G - NPV_1}{NPV_2 - NPV_1} & \text{при } NPV_1 \leq G \leq NPV_2, \alpha = [0, 1] \\ 1 & \text{при } G > NPV_2, \end{cases} \quad (3)$$

Необхідними вихідними даними для оцінки ризику є два значення зворотної функції  $\mu_{NPV}^{-1}(\alpha_1)$ . Перше значення є  $G$  (за визначенням верхньої границі зони ризику  $\alpha_1$ ), друге значення позначимо  $G'$ . Аналогічно позначимо  $NPV_{\min}$  і  $NPV_{\max}$  як два значення зворотної функції  $\mu_{NPV}^{-1}(0)$ . Також уведемо позначення  $\overline{NPV}$  як найбільш очікуване значення  $\overline{NPV}$ .

Для комплексного представлення та оцінки інвестиційних ризиків використано інтегральний показник фінансового стану Воронова-Максимова ( $V\&M$ ) [7]. Розрахунок значення даного показника базується на отриманні мінімальних, максимальних та середніх прогнозованих значень  $NPV$ . Отримане для кожного елемента конвергентної платформи конкретного вузла значення слугуватиме базою для порівняння з альтернативними вузлами та дає можливість модифікувати початкові цілі відповідно до отриманих та бажаних значень ризику, тобто мінімізувати можливі ризики.

Вираз рівня інвестиційного ризику  $V\&M$ , з урахуванням (1) має вигляд:

$$V\&M = \begin{cases} 0, & G < NPV_{\min} \\ R \times \left(1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1 - \alpha_1)\right), & NPV_{\min} \leq G < \overline{NPV} \\ 1 - (1 - R) \times \left(1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1 - \alpha_1)\right), & \overline{NPV} \leq G < NPV_{\max} \\ 1, & G \geq NPV_{\max} \end{cases} \quad (4)$$

де

$$R = \begin{cases} \frac{G - NPV_{\min}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}}, & G < NPV_{\max} \\ 1, & G \geq NPV_{\max} \end{cases} \quad (5)$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} 0, & G < NPV_{\min} \\ \frac{G - NPV_{\min}}{NPV - NPV_{\min}}, & NPV_{\min} \leq G < \overline{NPV} \\ 1, & G = \overline{NPV} \\ \frac{NPV_{\max} - G}{NPV_{\max} - \overline{NPV}}, & \overline{NPV} < G < NPV_{\max} \\ 0, & G \geq NPV_{\max} \end{cases} \quad (6)$$

Досліджуючи вираз (6) для трьох окремих випадків: при  $G = NPV_{\min}$  (гранично низький ризик)  $R = 0$ ;  $\alpha_1 = 0$ ;  $G' = NPV_{\max}$ , і граничний перехід в (4) дає  $V \& M = 0$ ; при  $G = G' = \overline{NPV}$  (середній ризик)  $\alpha_1 = 1$ ;  $R = (NPV_{\max} - \overline{NPV}) / (NPV_{\max} - NPV_{\min}) = 1 - P$ , перехід в (4) дає  $V \& M = (NPV_{\max} - \overline{NPV}) / (NPV_{\max} - NPV_{\min})$ ; при  $G = NPV_{\max}$  (гранично високий ризик)  $P = 0$ ;  $\alpha_1 = 0$ ;  $G' = 0$ , і граничний перехід в (4) дає  $V \& M = 1$  та ввівши лінгвістичні змінні «Ступінь ризику» зі своєю множиною {Незначна, Низька, Середня, Відносно висока, Неприйнятна} та описавши відповідні функції приналежності для нечітких підмножин отримано відрізок неприйнятних значень ризику.

На базі розрахованих значень  $NPV$  отримано фінансово-економічні показники проекту  $K_{\text{приб}}$  та  $DPBP$ . Коефіцієнт прибутковості визначає ступінь окупності вкладених інвестицій:

$$K_{\text{приб}} = NPV_{\text{ср}} / I, \quad (7)$$

де  $NPV_{\text{ср}}$  – середнє за період значення  $NPV$ ;  $I$  – початковий об'єм вкладених інвестицій.

Параметр  $DPBP$  показує, скільки потрібно часу для того, щоб інвестор повернув вкладені до проекту кошти і почав отримувати прибуток. Параметр дисконтованого строку окупності інвестицій отримано з наступного рівняння, визначивши  $t$ :

$$\sum P_k 1 / (1 + r)^t \geq I_0, \quad (8)$$

де  $I_0$  – загальний обсяг початкових інвестицій;  $P_k$  – сума накопленого потоку грошових отримань;  $r$  – ставка дисконтування;  $t$  – період реалізації.

Відносний дисконтований період окупності інвестицій  $DPBP_{\text{відн.}}$  за весь термін ( $N$ ) реалізації певного проекту, а саме:  $DPBP_{\text{відн.}} = DPBP / N$

Обчислення наведених параметрів дозволило отримати кількісні значення для кожного окремого компоненту конвергентного вузла (AS – серверу додатків, Softswitch – гнучкий комутатор, MG – медіашлюз, ЦОД – центр обробки даних) та винести обґрунтоване рішення щодо сенсу створення цих

компонентів та вузла в цілому.

Для цілісної характеристики окремого конвергентного вузла визначено рівень стійкості системи, що базується на двох вхідних нечітких параметрах – об'єму грошових отримань ( $dV$ ), ставки дисконтування ( $dr$ ) та одного вихідного – ступеня ризику проекту, шляхом фіксування одного з вхідних та аналізу вихідного.

Група ризиків	Тип ризику	Тривалість	Загальний бал ризику для студ. м.	Загальний бал ризику для пром. з.	Зв'язок з FMC платформи
Користувачі	Зміна попиту на послугу	LT	HxH	LxL	AS
	Зменшення ARPU	LT	HxM	LxM	AS
	Зменшення кількості абон.	LT	HxM	MxH	AS, MG
Сервіси	Життєвий цикл послуги	LT	MxL	LxL	AS
	Взаємний вплив послуг	ST	MxL	LxL	AS, MG
Обладнання	Час повернення інвестицій	LT	MxM	LxM	SSW, MG, LM, ЦОД
	Несправність обладнання	ST	LxL	MxM	
	Перевантаження в ЧНН	ST	HxM	LxM	
Програ забезпеч.	Час повернення інвестицій	LT	MxM	LxM	SSW, AS
	Ризик збою ПЗ	ST	LxH	LxH	SSW, AS
	Перевантаження в ЧНН	ST	LxL	LxM	SSW, AS

де «тривалість» має ST – короткий термін, LT – тривалий період; «загальний бал ризику» включає L – малий ступінь, H – високий ступінь; «Зв'язок з конвергентною платформою» включає зв'язок з AS (Application server) – сервер прикладного програмного забезпечення, SSW (Softswitch) – гнучкий програмний комутатор, MG (Media gateway) – медіашлюз, LM (Last Mile) – обладнання фіксованого та бездротового доступу, ЦОД – центр обробки та зберігання даних.

**Практична реалізація розробленої моделі** виконувалася на прикладі розрахунку величин ризиків для двох територій, що обслуговуються ОМЗ:

території студмістечка та території промислової зони з наявністю великих корпоративних клієнтів. На початковому етапі експертним опитуванням представників компетентного відділу оператора та абонентів відповідної зони покриття було визначено якісні величини можливих ризиків окремих компонентів існуючої мережі (див. таблицю). Опитування базувалось на двох критеріях оцінки ризику: ймовірність появи ризику та його вплив на рівень грошових потоків. Після цього було визначено узагальнене значення оцінки ризику [14]:

$$M = P \cdot I, \quad (9)$$

де:  $M$  – загальна оцінка ризику,  $P$  – ймовірність виникнення ризику,  $I$  – величина можливих втрат.

Отримані якісні значення дозволили більш точно оперувати вхідними та вихідними параметрами при розрахунку кількісних значень ризику згідно з методом Воронова-Максимова для кожного компонента конвергентної мережі. Зокрема визначити рівень розмаху діапазону значень  $dV$ , бажаний період впровадження проекту, а також якісний зв'язок між  $dV$  та окремим компонентом конвергентної платформи. Отримані якісні дані та кількісні дані фінансових можливостей інвестора були застосовані в програмному додатку «Експертна система аналізу ризиків у інвестиційних проектах», що визначає кількісний аналіз ризиків інвестиційного проекту обчисленням його фінансово-економічних показників, рис. 1 та рис. 2. Рис. 1. відображає неприйнятний рівень ризику при впровадженні конвергентних технологій.

На рис. 2. відображено прийнятний рівень ризику при впровадженні конвергентних технологій вмережу оператора зв'язку.



Рисунок 1 – Аналіз ризиків. Неприйнятний рівень ризику

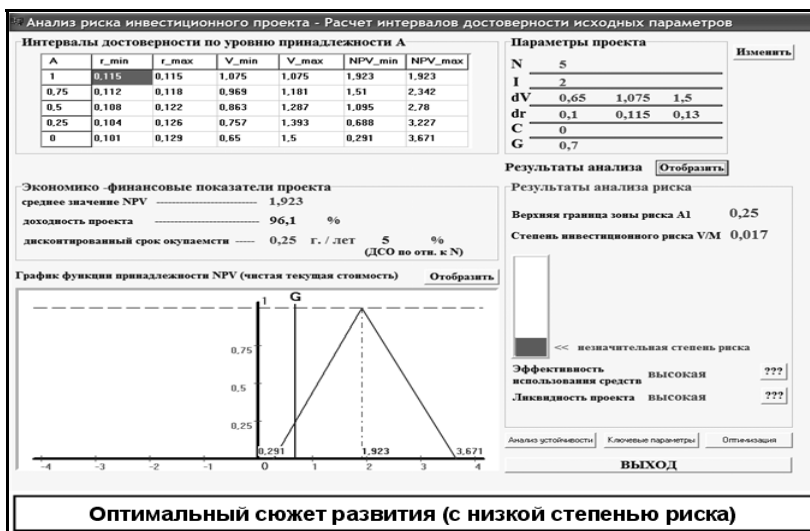


Рисунок 2 – Аналіз ризиків. Прийнятний рівень ризику

Отримані значення рівня ризику для кожного компоненту конвергентної платформи, показують ОМЗ інвестиційну привабливість конвергентного вузла. Завдяки можливостям розподілення окремих елементів конвергентної платформи між різними вузлами [10], оператор має можливість впроваджувати компоненти в тих вузлах мережі, де, відповідно розрахунків, є найменший рівень ризику провадження, рис. 3. У даному випадку є сенс впроваджувати AS та ЦОД у вузлі, що обслуговує студмістечко, а інвестувати в LM та MG у вузлі, де переважають корпоративні клієнти (промислова територія).

### Мінімізація ризиків інвестиційного проекту

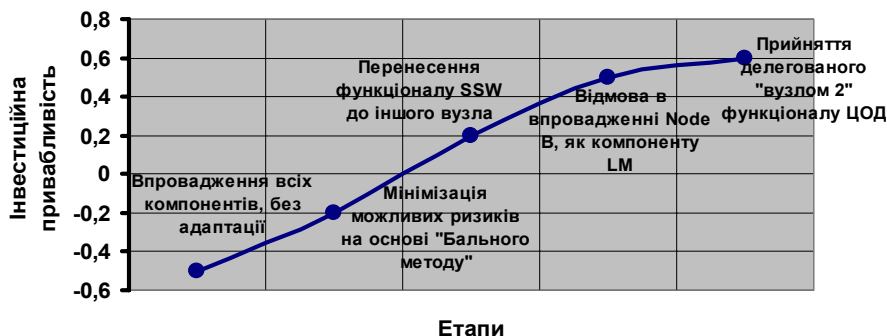


Рисунок 3 – Динаміка зміни інвестиційної привабливості вузла відповідно до зміни ризиків окремих компонентів



**Висновки.** В роботі обґрунтована можливість й ефективність використання методів оцінки ризиків впровадження конвергентних рішень, зокрема й ФМС, на основі методики розрахунку інтегрального показника Воронова Максимова з використанням нечітко множинних обчислень та теорії ризик-менеджменту. Подальший розвиток даної методики дозволить розглянути комплексну задачу оцінки впровадження інноваційних конвергентних рішень в МОЗ та оптимізувати роботу інфокомунікаційної системи в цілому.

**Список літератури:** 1. *Соколов Н.А.* Телекоммуникационные сети. – М.: Альварес Паблшинг, 2004. 2. *Rassmussen M., Orlov L.M., Bright S.* Taking Control of It Risk. Defining a Comprehensive IT Risk Management Strategy, Forrester, 2006, 20 p. 3. *Недосекин А.О.* Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. – СПб, тип. Сезам, 2002. 4. SAP GRC Access Control. Comprehensive, Remediation, and Prevention of Access Risk, 2007 – <http://www.sap.com/solutions/grc/brochures>. 5. *Заде Л.А.* Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений. – В кн.: Математика сегодня. – М.: Знание, 1974. – С. 5-49. 6. *Виленский П.Л., Лифшиц В.Н., Смоляк С.А.* Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика. – М.: Дело, 2002. 7. *Bacley, J.* The Fuzzy Mathematics of Finance. – Fuzzy Sets and Systems, 1987. – № 21. 8. *Михайловский Н.Э.* Архитектура информационной системы, оценка рисков и совокупная стоимость владения, 2003. – <http://www.cfin.ru/management/practice/supremum2002/16.shtml>. 9. *Deepak P.* Business Intelligence for Telecommunications. – Boca Raton, FL: Auerbach Publications, c2007. 10. *Бакланов И.Г.* NGN: принципы построения и организации / Под ред. Ю.Н.Чернышева. – М.: Эко-Трендз, 2008. – 400 с. 11. «Method123» – <http://www.Method123.com>. 12. *Воронцов Ю.А., Галиахметов А.Р., Груничев Ю.А.* Аутсорсинг технической эксплуатации сети оператора мобильной связи // ИКС. – М. – 2007. – №7 – С. 68-71. 13. ОАО «Московская сотовая связь». Годовой отчет за 2006 г. – <http://www.skylink.ru/pages/gf.ashx?id=3028>. 14. *Dowd, Kevin,* Measuring Market Risk, 2nd Edition, [http://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Wiley\\_%26\\_Sons](http://en.wikipedia.org/wiki/John_Wiley_%26_Sons) \о "John Wiley & Sons, 2005, 410 p. 15. Symantec Corporation. White Paper: Enterprise Security. Building a Comprehensive IT Risk Management Program. (Cupertino, CA. September, 2007) – <http://www.symantec.com>.

*Надійшла до редколегії 10.04.2008.*

УДК 621.319.4

**В.В.РУДАКОВ**, докт.техн.наук; **Ю.В.КРАВЧЕНКО**;  
**В.П.КРАВЧЕНКО**; НТУ «ХПИ», Харьков; **Н.Р.ЯСИНСКИЙ**;  
**Ю.А.АНТОНЕЦ**, канд.техн.наук; ЗАО «Южкабель», Харьков

## **ЕМКОСТНОЙ БЛОК РЕЗОНАНСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ КАБЕЛЕЙ**

Наведено результати вимірювання рівня часткових розрядів ємнісного блоку в складі випробувальної резонансної установки високовольтних кабелів напругою до 110кВ. Приведені практичні рекомендації.

A task of choice of quantity and sizes blocks of capacitors radially is decided - symmetric generator of powerful impulses of current, going out from the condition of accumulation of as possible greater energy at the limited sizes of generator. Practical recommendations are presented.